

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-333829

(43)Date of publication of application : 20.11.1992

(51)Int.Cl.

G02F 1/313

G02B 6/12

(21)Application number : 03-105839

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 10.05.1991

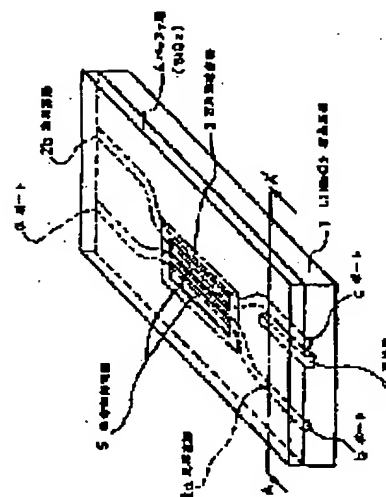
(72)Inventor : NAKAMURA SHINICHI

(54) WAVEGUIDE TYPE OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the output-side extinction ratio of the waveguide type optical device by reducing the influence of radiation leak light of input light to a substrate upon output light.

CONSTITUTION: The waveguide type optical device switches the optical paths of two optical waveguides 2a and 2b formed on the substrate 1 by changing the optical characteristics of the optical waveguides and on the substrate, a light shield groove 6 which is deeper than the optical waveguides is formed in a longitudinally long shape nearby the optical waveguides along the optical waveguides.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開平4-333829

(43)公開日 平成4年(1992)11月20日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G O 2 F 1/313

7246-2K

G 0 2 B 6/12

J 7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-105839

(22)出願日 平成3年(1991)5月10日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 中村 真一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

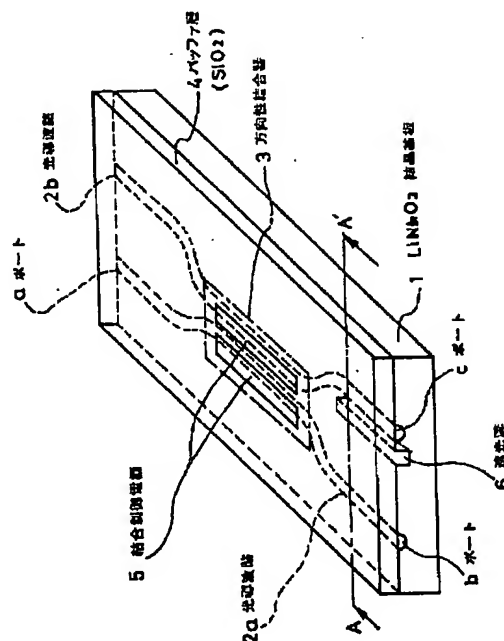
(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54)【発明の名称】 導波路型光デバイス

(57) 【要約】

【目的】 基板内への入力光の放射・洩れ光による出力光への影響を軽減して、導波路型光デバイスの出力側消光比を高めること。

【構成】 基板 1 上に形成される 2 つの光導波路 2 a 及び 2 b の光路のスイッチングを前記光導波路の光学的性質を変化せしめることによって行う導波路型光デバイスにおいて、前記光導波路近傍の基板上に該光導波路よりも深い形状の遮光溝 6 が光導波路に沿って縦長に設けられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成される2つの光導波路の光路のスイッチングを前記光導波路の光学的性質を変化せしめることによって行う導波路型光デバイスにおいて、前記光導波路近傍の基板上に該光導波路よりも深い形状の遮光溝が光導波路に沿って設けられることを特徴とする導波路型光デバイス。

【請求項2】 前記遮光溝が前記光導波路の出力部近傍の少なくとも片側の基板上に設けられることを特徴とする請求項1記載の導波路型光デバイス。

【請求項3】 前記遮光溝が前記光導波路の入力部近傍の少なくとも片側の基板上に設けられることを特徴とする請求項1記載の導波路型光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、導波路型光デバイスに関し、特に、光通信システムの構築に適する導波路型光デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】光通信システムは商業化に成功して以来、より大容量且つ多機能なシステムの完成を目指して、今日なお活発な新技術開発活動が続けられている。

【0003】現在、実用されている光通信システムは、光信号を発生する手段に、半導体レーザまたは発光ダイオードの注入電流を直接制御する。所謂、直接変調方式の光変調器を用い、また、光伝送路の切替えおよびネットワークの交換機能を司る手段に、プリズム、ミラーまたは光ファイバ等を操作して光路を機械的に切替える。所謂、機構形式の光スイッチを用いているのが通常である。しかしながら、この種の光デバイスは、その動作速度がいずれも低速で高速化することが極めて難しいという本質的欠陥を有するので、通信システムの開設技術としての意義は残るものの、この技術の延長線上に、目標とする大容量、多機能の光通信システムの構築は無いとするのが一般的評価である。すなわち、直接変調方式は緩振動であるため数GHz以上の高速変調器が得がたいこと、また、波長安定性に難点があって、大容量伝送が期待できるコーヒレント伝送方式への適用が難しい等の欠点があり、他方、機構形式の光スイッチには、低速動作の外に形状が大きくてマトリクス化に不適という欠点が生じるので、今日実用されているデバイス技術の単なる踏襲では、光交換などの新機能を備えた高速光通信システムは、到底実現されないというのが一般的見解である。

【0004】現在、これらの難点を解決するためのデバイス研究が活発に行われているが、今日最も有望と思われる提案の一つに導波路型光デバイスがある。この新型デバイスは、光のスイッチングまたは変調の機能を全て基板上の光導波路に付与しようとするもので、研究開発は2つの流れで進められている。すなわち、変調と

スイッチングとが本質的に同義である点に着目して、光スイッチング素子の開発だけに絞る研究開発の一つの流れと、スイッチまたは変調器それぞれの単一機能素子の開発を目指す他の一つの流れとがあり、例えば、基板の電気光学効果を利用して光導波路の屈折率を変え光路を切替える方向性結合器型、或いは、屈折率の変化によるミラー効果を利用して同じく光導波路の光路を切替える全反射型などの光スイッチング素子、また、入力光を2分しその一方に位相 π の位相変調を行い、これら2つを光導波路上で合成して“1”または“0”の変調信号を出力するようにしたマッハツェンダ型（干渉光型）光変調器など、これまでに数多くの開発成果の報告がなされている。これらの新型デバイスはいずれも開発途上にあるので、互いの優劣を俄かに断ずることは出来ないが、変調器またはスイッチのいずれにも適用できる点から、光スイッチング素子の開発に高い評価が与えられている。特に、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）結晶の強誘電体材料を基板を用いた方向性結合型光スイッチング素子は、光導波路による光吸収損失が小さいこと、大きな電気光学効果をもつため動作効率が高いこと、また、スイッチ速度も極めて高速であるなどの長を有するので、今日最も有望なデバイス素子として注目されている。

【0005】従って、新型光デバイスの研究開発は、光導波路型、なかんずく基板の電気光学効果を利用した方向性結合器型光デバイスの実用化に集中した観があり、例えば、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）基板上に64個の方向性結合器型光スイッチング素子を集積して、 8×8 マトリクスの光スイッチを得たとする西本裕らの報告（電子情報通信学会誌論文、OQE88-147）に見られるように、導波路型光スイッチング素子の高密度集積化に関する研究開発が開発に行われるようになり、また、これと平行する形で単一素子構造の光変調器の開発も強力に押し進められるようになった。

【0006】図4は従来の導波路型光デバイスの一例を示す斜視図で、方向性結合器型光スイッチング素子の構造を示す。この種の光スイッチング素子は、通常、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）結晶基板1と、結晶基板1上に形成される一対の光導波路2a、2bと、これら一対の光導波路2a、2bの一部近接領域の結晶基板1上に形成される狭隙な一方性の光パワー移動領域を介して光導波路を相互に結合する方向性結合器3と、これら一対の光導波路2a、2bの一部近接領域近傍の光導波路上にバッファ層4を介してそれぞれ設けられる方向性結合器3の結合制御電極5とから成り、結合制御電極5の電圧制御による方向性結合器3の結合遮断または再開の電氣的制御によって、光路のスイッチング動作は行われる。

【0007】すなわち、結合制御電極5の両電極がいずれも接地され電圧が印加されない状態では、一対の光導

3

波路2a、2bの間に形成された一方向性の光パワー移動領域は何等の障害も受けないので、2つの光導波路は方向性結合器3を介して完全な結合状態にある。従って、ポートaから入力した光は、方向性結合器3を介して他方の光導波路2b側に移りポートcから出射する。また、結合制御電極5に電圧が印加され、一方の光導波路2aの電位が他方の光導波路2bより高く設置された状態では、光導波路2a、2bの屈折率がいずれも変化して、光導波路2aから光パワー移動領域への光入射を阻止する条件を作るので、方向性結合器3による2つの光導波路間の結合は完全に遮断される。従って、この場合におけるポートaからの入力光は、他方の光導波路2b側に移ることなく、そのまま直進してポートbから出射することとなる。すなわち、結合制御電極5の印加電圧を制御することによって、光路の切替えが迅速に行われる。

【0008】この種の光スイッチング素子は、結合制御電極5に変調信号を印加すれば、変調信号の“1”または“0”に対応する“オン”または“オフ”の光信号がポートcまたはbからそれぞれ出射するので、光変調器の構成に使用される。また、単一の光スイッチとしての用途も活発であり、例えば、光ファイバの破断点測定用計器に組込まれて使用される。この計測器は、光源から被測定用光ファイバからの戻り光を受光素子で検知する構成をもつものであるが、例えば、図4のポートaに被測定用光ファイバを、また、ポートbおよびcにパルス光源および受光素子をそれぞれ接続することによって、極めて容易に実現される。この際、この光スイッチング素子は、ポートaから入力する被測定用ファイバからの戻り光をポートcへと導く、光路スイッチとして機能することとなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このように、光導波路型光デバイスの研究開発が、光スイッチング素子を重点に应用技术を含めて活発に行われているが、その中心課題は、スイッチング電圧（電力）、クロストーク、消光比、損失、スイッチング速度、温度および湿度などの環境に対する安定性などの特性改善に向けられている。特に、方向性結合器型光スイッチング素子は、光路の切替えは一方向性の光パワー移動領域を介して行われ、切替え経路に結晶基板が含まれるように構成されているので、入力光の結晶基板への放射洩れが大きな問題として指摘されている。すなわち、図4の光スイッチング素子の場合では、ポートcからポートbへの光路切替えが終了した後も、光導波路2aの屈曲部の縁端部近傍から結晶基板1内へ光放射が少量ながら続き、ポートc側に流れ込むという問題点が指摘されている。このように、結晶基板1内に洩れた放射光が基板内を流れてポートc側に到達すると、一般に消光比と呼ばれている特性を低下せしめるので、光変調器の場合であれば、出力光信号

4

の“1”または“0”に対応する“オン”または“オフ”の識別を困難とし、また、光ファイバの破断点測定用計測器の場合であれば、受光素子が恰も光ファイバケーブルに破断点が存在するかのように誤検知する危険が生じるなど、このましからざる問題点が多数発生する。

【0010】本発明の目的は、上記の情況に鑑み、入力光の基板への放射洩れに基づく出力光の消光比低下の問題点を改善した導波路型デバイスを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、基板上に形成される2つの光導波路の光路のスイッチングを前記光導波路の光学的性質を変化せしめることによって行う導波路型光デバイスにおいて、前記光導波路近傍の基板上に該光導波路よりも深い形状の遮光溝が光導波路に沿って縦長に設けられることを特徴とする導波路型光デバイスが得られる。

【0012】

【実施例】以下図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0013】図1および図2はそれぞれ本発明の一実施例を示す導波路型光デバイスの斜視図およびそのA-A'断面図である。本実施例は、従来例の図4と基本構造を全く同一とする方向性結合型光スイッチング素子に実施した場合と示すものである。従って、ポートc側の光導波路近傍に新たに設けた遮光溝6以外の主要部には、図4と同一の符号が付されている。本実施例によれば、一対の光導波路2a、2bは、ニオブ酸リチウム結晶基板1内にチタン（Ti）を熱拡散して形成され、また、パッファ層4は二酸化ケイ素（SiO₂）膜で形成される。このパッファ層4の形成は、光導波路2a、2b内を伝搬する光のTMモード光のパワーが、結合制御電極5の金属膜に吸収されるのを防止するのに、極めて有効に作用する。

【0014】ここで、ポートc側の光導波路近傍に新たに設けられた遮光溝6は、結晶基板1内に洩れた放射光が、ポートc側の光導波路2bの出力端部と結合するのを阻止するよう作用する。実験した結果によれば、光導波路2bの出力部の縁端から距離10〜20μmだけ離れた位置に、光導波路の深さ（5μm）より深い10〜20μmの深さをもつ遮光溝6を設けた場合、ポートcにおけるノイズ量が激減することが観測され、消光比が格段に改善されたことが確かめられた。

【0015】図3は本発明の他の実施例を示す導波路型光デバイスの斜視図で、光変調器と光ファイバの破断点測定用計測器とを同一基板上に搭載した構造を示したものである。本実施例によれば、光導波路2bの出力部近傍の両側には、一対の遮光溝6a、6bが光導波路を挟み込むように配設され、また、入力側の光導波路2aの入力部の近傍には一つの遮光溝6cが配設される。一般

5

に、遮光溝は方向性結合器の近傍以外であれば、光導波路に沿う何処の場所にも設けることが出来るが、出力端の近傍に設けるのが最も効果的であり、これに入力端を加えればなお一層の効果をあげることが出来る。

【0016】なお、本実施例における光導波路2cは信号系には与らないダミー導波路で、信号系の光導波路2a、2b間の直接干渉を防止する役目を果たす。本実施例のようにダミー導波路を用いると、3a、3bの2つの方向性結合器が必要となり、これに伴って結晶基板1内への放射光の洩れ量も増加するが、この場合にあって

も遮光溝による効果は極めて顕著である。

【0017】以上は方向性結合器型光デバイスに実施した場合のみを説明したが、全反射型光スイッチング素子またはガリウム砒素(GaAs)とインジウムリン(InP)との積層基板を用いた、その他の導波路型光デバイスに対して実施することも極めて容易である。

【0018】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、基板内に放射された入力光の洩れ光を、信号光が出力するポートの光導波路の近傍、または、入力ポート

6

の光導波路の近傍に設けた遮光溝で捕捉し、出力ポートへの侵入を阻止することが出来るので、導波路型光デバイスの消光比特性の改善に格段の効果を挙げる事が出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す導波路型光デバイスの斜視図である。

【図2】図1のA-A'断面図である。

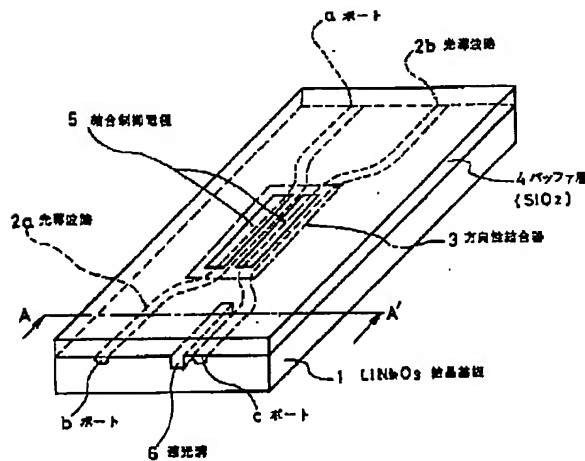
【図3】本発明の他の実施例を示す導波路型光デバイスの斜視図である。

【図4】従来の導波路型光デバイスの斜視図である。

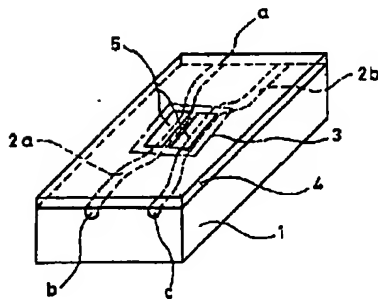
【符号の説明】

- 1 LINbO₃ 結晶基板
- 2a, 2b, 2c 光導波路
- 3, 3a, 3b 方向性結合器
- 4 パッキン層(SiO₂)
- 5, 5a, 5b 結合制御電極
- 6, 6a, 6b, 6c 遮光溝
- a, b, c ポート

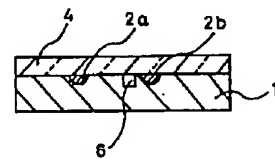
【図1】



【図4】



【図2】



(5)

特開平4-333829

【図3】

